


4

		COPY OF PAPERS ORIGINALLY FILED	
U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE PATENT AND TRADEMARK OFFICE			
CLAIM TO CONVENTION PRIORITY UNDER 35 U.S.C. § 119		Docket Number: 10191/1975	
Application Number 09/965,776	Filing Date Sept. 27, 2001	Examiner To be assigned	Art Unit 3613
Invention Title METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING A WHEEL BRAKE OF A MOTOR VEHICLE		Inventor(s) BECK et al.	
<p>Address to: Assistant Commissioner for Patents Washington D.C. 20231</p> <p>I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to: Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231 on</p> <p>Date: <u>1/7/02</u> Reg. No. 22,490</p> <p>Signature: <u>R. L. Mayer</u> Richard L. Mayer</p> <p>A claim to the Convention Priority</p> <p>Date pursuant to 35 U.S.C. § 119 of Application No. 100 47 761.5 filed in the German Patent Office on September 27, 2000 is hereby made. To complete the claim to the Convention Priority Date, a certified copy of the priority application is attached.</p> <p>Dated: <u>1/7/02</u></p> <p>By: <u>Richard L. Mayer</u> Richard L. Mayer (Reg. No. 22,490)</p> <p><i>By: [Signature] H/M 35,752</i></p> <p>KENYON & KENYON One Broadway New York, N.Y. 10004 (212) 425-7200 (telephone) (212) 425-5288 (facsimile)</p> <p>© Kenyon & Kenyon 2001</p>			



COPY OF PAPERS
ORIGINALLY FILED

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 100 47 761.5

Anmeldetag: 27. September 2000

Anmelder/Inhaber: ROBERT BOSCH GMBH,
Stuttgart/DE

Bezeichnung: Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung einer
Radbremse eines Fahrzeugs

IPC: B 60 R, B 60 T

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 26. Juli 2001
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

Ebert

11.09.00 Bee/Ju

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10 Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung einer Radbremse ei-
 nes Fahrzeugs

Stand der Technik

15 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung
 zur Steuerung einer Radbremse eines Fahrzeugs.

 Eine elektrisch steuerbare Bremsanlage ist beispielsweise
 aus dem SAE-Paper 960991 am Beispiel einer elektrohydrauli-
20 schen Bremsanlage beschrieben, bei welcher aus der Bremspe-
 dalbetätigung durch den Fahrer ein Bremswunsch des Fahrers
 abgeleitet wird. Dieser wird gegebenenfalls unter Berück-
 sichtigung von weiteren Betriebsgrößen und ggf. radindividu-
25 eller Funktionen (Antiblockiersystem, Stabilitätsprogramm,
 etc.) in Sollbremsdrücke für die einzelnen Radbremsen umge-
 rechnet. Diese werden dann für jedes Rad durch Druckregel-
 kreise auf der Basis des Solldrucks sowie des im Bereich der
 Radbremse gemessenen Istdrucks eingeregelt.

30 Eine entsprechende Vorgehensweise basierend auf radindividu-
 ellen Bremsmomenten- oder Bremskraftregelkreisen wird in
 Verbindung mit Radbremsen vorgenommen, welche über elektro-
 motorisch verstellbare Bremsensteller verfügen. Bremsmomen-
 ten- oder Bremskraftregelkreise können auch in Verbindung

mit elektrohydraulischen oder elektropneumatischen Bremsanlagen eingesetzt werden.

Die genannten elektrischen Regler stellen den primär vom
5 Fahrer vorgegebenen Bremswunsch (Bremsdruck, Bremskraft, Bremsmoment, Fahrzeugverzögerung, etc.) ohne Rücksicht auf die jeweilige Betriebssituation mit der für eine Normalbremsung vorgesehenen Dynamik ein. Dabei gibt es Betriebssituationen, in denen die Umsetzung der Fahrervorgabe für den
10 Fahrer bedeutungslos ist. Dies ist beispielsweise im Stillstand des Fahrzeugs der Fall. Hier möchte der Fahrer lediglich das Losrollen des Fahrzeugs verhindern. Wird auch in einer solchen Betriebssituation die Fahrervorgabe vollständig umgesetzt, so wird der Komfort des Fahrzeugs durch Verstellgeräusche wie z.B. Ventil- und Pumpengeräusche einge-
15 schränkt, das Bordnetz durch die Stelleransteuerung unnötigerweise belastet und/oder bei einer elektrohydraulischen Bremsanlage die Hydraulikkomponenten und/oder das Steuergerät beansprucht. Bei den Hydraulikkomponenten ist dabei ins-
20 besondere die Schwingungsbruchfestigkeit des Gehäuses, der Verschleiß der Pumpenelementdichtungen, der Verschleiß der Motorbürsten und der Verschleiß des Ventilsitzes zu beachten, während beim Steuergerät die vollständige Umsetzung der Fahrervorgabe in einer solchen Betriebssituation zur einer
25 Verringerung der mittleren Lebensdauer der Bauteile durch Erwärmung führen kann. Eine solche Betriebssituation tritt nicht im Stillstand des Fahrzeugs auf, sondern auch während der Fahrt des Fahrzeugs bei Bremsvorgängen, die keine hohe Bremskraftaufbaudynamik erfordern, beispielsweise bei Brems-
30 vorgängen, bei denen der Fahrer nicht über ein bestimmtes Maß hinaus das Bremspedal betätigt oder nicht mit einer großen Änderungsrate betätigt oder im Bereich kleiner Fahrgeschwindigkeiten. Die Realisierung eines solchen Fahrerwunsches mit der für eine stärkere Bremsung vorgesehenen Auf-

baudynamik führt ebenfalls zu den oben genannten Belastungen.

5 Bekannt sind zur Belastungsverringerung lediglich low-power-Maßnahmen, die verhindern, dass durch die Eigenerwärmung die Steuergerätemperatur kritische Werte überschreitet (z.B. DE-A 198 43 861).

Vorteile der Erfindung

10 Durch die Begrenzung der Bremskraft (Zuspannkraft, Bremsdruck, etc.) im Stillstand auf Werte, welche das Fahrzeug mit einem bestimmten Gewicht an einer vorgegebenen Steigung hält, wird der Fahrerwunsch nur insoweit umgesetzt
15 als es technisch sinnvoll erscheint. Dabei wird in vorteilhafter Weise einerseits die Fahrervorgabe berücksichtigt, wenn dieser beispielsweise eine Beharrung im Stillstand wünscht oder durch Lösen des Bremspedals das Fahrzeug zum Rollen bringen möchte, andererseits werden jedoch technisch
20 nicht sinnvolle Zuspannvorgänge auf ein vernünftiges Maß begrenzt.

Auf diese Weise werden in vorteilhafter Weise Belastungen reduziert, die konstruktive Ratiomaßnahmen erlauben, be-
25 spielsweise eine Reduzierung der Wandstärke des Hydraulikgehäuses, eine Verringerung der Wärmeableitmaßnahmen im Steuergerät, eine Verringerung oder ein gänzlicher Verzicht auf Geräuschmaßnahmen, eine angepaßte Auslegung von Verschleißteilen, etc..

30 Diese Vorteile ergeben sich bei der Begrenzung der Bremskraft bzw. des Bremsdrucks im Stillstand des Fahrzeugs.

Vorteilhaft ist ferner, wenn bei einer elektrohydraulischen
35 Bremsanlage mittels eines ansteuerbaren Ventils anstelle der

radindividuellen Druckregelung eine Druckregelung an den Rädern eines Bremskreises über einen einzigen Druckregler durchgeführt wird. In diesem Fall wird der zweite und ggf. weitere Druckregelkreise deaktiviert. Auch diese Maßnahme führt zu einer Reduzierung der Belastung von Bauelementen, nicht nur im Stillstand, sondern auch während der Fahrt bei Bremsvorgängen, die keine individuelle Radbremsdruckregelung erfordern.

Entsprechendes gilt für die Begrenzung der maximal möglichen Bremskraft- bzw. Druckänderung, welche für den Stillstandsbetrieb als auch für den Fahrbetrieb eine Belastungsreduzierung mit sich bringt. Während der Fahrt wird dies nur für solche Bremsvorgänge angewendet ist, die keine hohe Bremskraftaufbaudynamik erfordern (geringe Pedalbetätigung, geringe Änderungsrate, kleine Fahrgeschwindigkeit).

Eine besondere große Belastungsreduzierung wird erreicht, wenn im Stillstand und/oder im Fahrbetrieb bei geringer Fahrtgeschwindigkeit bzw. geringer gewünschter Bremskraft oder Bremskraftänderung einzelne Räder völlig entbremst sind, wobei deren Beitrag zur Fahrzeugabbremmung von den anderen Rädern abgedeckt wird. Besonders vorteilhaft ist es, in einzelnen Radbremsen oder in Radbremsen einer Achse (z.B. Hinterräder oder Vorderräder) in solchen geeigneten Bremssituationen keine Bremskraft aufzubauen.

Weitere Vorteile ergeben sich aus den nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen bzw. aus den abhängigen Patentansprüchen.

Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen näher erläutert. Figur 1

zeigt ein Übersichtsbild einer Steuereinheit zur Steuerung einer elektrohydraulischen Bremsanlage, welches ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der nachfolgend beschriebenen Vorgehensweise darstellt. In Figur 2 ist ein Flußdiagramm skizziert, welches eine Realisierung der belastungsreduzierenden Vorgehensweise als Rechnerprogramm repräsentiert. In Figur 3 ist die Wirkungsweise eines bevorzugten Ausführungsbeispiels anhand von Zeitdiagrammen verdeutlicht. Figur 4 zeigt ein weiteres Flußdiagramm, welches eine weitere Ausführungsform zur belastungsreduzierenden Bremsensteuerung als Rechnerprogramm darstellt. In Figur 5 ist ein drittes Ausführungsbeispiel anhand eines weiteren Flußdiagramms dargestellt.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Die Figur 1 zeigt eine Steuervorrichtung zur Steuerung einer elektrohydraulischen Bremsanlage, welche ein bevorzugtes Anwendungsgebiet der nachfolgend geschilderten Vorgehensweise darstellt. Eine elektronische Steuereinheit 100 umfaßt wenigstens einen Mikrocomputer 102, eine Eingangsschaltung 104, eine Ausgangsschaltung 106 und ein diese Elemente verbindendes Bussystem 108. Der Eingangsschaltung 104 werden in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel Leitungen 50 und 54 zugeführt von Meßeinrichtungen 24 und 26, welche jeweils ein Signal ermitteln, dass das Ausmaß der Betätigung eines Bremspedals repräsentiert. Ferner verbinden Eingangsleitungen 118 bis 124 die Eingangsschaltung 104 mit den jeder Radbremsen zugeordneten Sensoren 30 bis 36, die im bevorzugten Ausführungsbeispiel einer elektrohydraulischen Bremsanlage Drucksensoren darstellen, in anderen Ausführungen Bremskraftsensoren. Weitere Eingangsleitung 126 bis 128 verbinden die Eingangsschaltung 104 mit Messeinrichtungen 130 bis 132 zur Erfassung weiterer Betriebsgrößen der Bremsanlage, des Fahrzeugs und/oder dessen Antriebseinheit. Derartige Größen

sind beispielsweise Radgeschwindigkeiten, das von der Antriebseinheit abgegebene Motormoment, Achslasten, etc. An die Ausgangsschaltung 106 sind mehrere Ausgangsleitungen angeschlossen. Beispielfhaft sind hier die Ausgangsleitungen dargestellt, über welche Ventile der Druckmodulatoren, die jeder Radbremse zugeordnet sind, betätigt werden. Über eine weitere Ausgangsleitung 138 wird wenigstens eine Pumpe 42 angesteuert.

Die Steuereinheit 100, dort die im Mikrocomputer 102 implementierten Programme, steuert die Radbremsen abhängig von den zugeführten Signalgrößen im Sinne der aus dem Stand der Technik bekannten Bremsregelung.

Im Normalbetrieb der Bremsanlage wird auf der Basis wenigstens eines der die Pedalbetätigung repräsentierenden Signale ein Verzögerungswunsch des Fahrers abgeleitet, welcher gegebenenfalls unter Berücksichtigung weiterer Größen wie beispielsweise Achslasten, radindividueller Funktionen wie einem Antiblockierregler, etc. in Sollbremsdruckwerte für die einzelnen Radbremsen umgesetzt wird. Diese Sollbremsdruckwerte werden dann radindividuellen Druckreglern zugeführt, die durch Betätigen der jeweiligen Ventilanordnung unter Berücksichtigung des Istbremsdrucks den Bremsdruck in den Radbremsen mit dem jeweiligen Solldruck in Übereinstimmung bringen.

Entsprechendes gilt, wenn an Stelle des Bremsdrucks die Bremskraft, insbesondere die Zuspnnkraft, geregelt wird. Letzteres ist insbesondere in Verbindung mit fluidlosen Bremssystemen, beispielsweise bei Radbremsen mit elektromotorischer Zuspnnung der Bremsbacken, aber auch bei elektrohydraulischen oder elektropneumatischen Bremsanlagen der Fall. Hier wird in Entsprechung der oben geschilderten Vorgehensweise für jedes Rad eine Sollbremskraft ermittelt, die

dann mittels radindividueller Bremskraftregler an jedem Rad eingeregelt werden. Diese obige Darstellung des Normalbetriebs gilt ebenso wie die nachfolgenden Schilderungen von Sonderbetriebszuständen auch in Verbindung mit elektromechanischen Radbremsen.

Im oben dargestellten Normalbetrieb wird also der aus dem Fahrerwunsch abgeleitete Vorgabewert unter allen Umständen eingeregelt. Dies gilt für die Höhe des Bremsdrucks bzw. der Bremskraft, für die Dynamik beim Bremsdruck- bzw. Bremskraftaufbau und für die radindividuelle Regelung der einzelnen Radbremsen. Es gibt nun Betriebssituationen, in denen die Umsetzung des Fahrerwunsches in der oben geschilderten Art und Weise für den Fahrer bedeutungslos ist und lediglich zu einer erhöhten Belastung der Komponenten der Bremsanlage beiträgt.

Einer dieser Betriebszustände ist der Stillstand des Fahrzeugs. Im Stillstand ist es technisch nicht notwendig, in den Radbremsen höhere Radbremsdrücke oder Bremskräfte aufzubringen als unbedingt benötigt wird, beispielsweise um das Fahrzeug mit einem zulässigen Gesamtgewicht an einem Steilhang, z. B. mit ca. 30 % Steigung, zu halten. Im Falle einer elektrohydraulischen Bremsanlage liegt dieser Wert etwa bei 50 bar. Es bringt eine erhebliche Entlastung der Komponenten der Bremsanlage mit, wenn der Bremsdruck bzw. die Bremskraft an den Radbremsen im Stillstand des Fahrzeugs begrenzt ist. Wird also beispielsweise durch Ableiten aus einer Radgeschwindigkeitsinformationen erkannt, dass das Fahrzeug steht, so wird der einzustellende Druck bzw. die einzustellende Bremskraft nicht mehr entsprechend den Fahrervorgaben bestimmt und umgesetzt (maximaler Druck in einer elektrohydraulischen Bremsanlage beispielsweise 150 bar), sondern er wird auf einen vorgegebenen Wert begrenzt, der beispielsweise die oben angegebene Bedingung einhält. Ist die Bremskraft

bzw. der Radbremsdruck im Rahmen des Anhaltens des rollenden Fahrzeugs über diesem Grenzwert, so wird bei erkanntem Stillstand der Grenzwert über eine zeitliche Rampe angefahren. Ferner wird in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Stillstand des Fahrzeugs überwacht. Sollte sich also das Fahrzeug aufgrund schadhafter Bremsbeläge oder einer Überladung dennoch in Bewegung setzen, so wird, solange der Fahrer weiterhin einen Stillstand des Fahrzeugs wünscht, der Druck bzw. die Bremskraft an den Rädern über eine steile zeitliche Rampe solange erhöht, bis das Fahrzeug steht. Ist eine derartige Maßnahme zur Stillstandsüberwachung vorgesehen, wird der Bremsdruck an allen Rädern des Fahrzeugs im Stillstand soweit abgesenkt, dass das Fahrzeug gerade nicht losrollt. Wird eine Bewegung eines Rades erkannt, so wird dieser Minimalstillstandsdruck bzw. die Minimalstillstandsbremskraft erhöht, bis das Fahrzeug stehenbleibt, wenn der Fahrer weiterhin ein stillstehendes Fahrzeug wünscht.

In einem anderen Ausführungsbeispiel einer elektrohydraulischen Bremse, bei der je zwei Druckregelkreise über ein steuerbares Ventil (Balanceventil) verbunden sind, wird zur Belastungsreduzierung der Komponenten der Bremsanlage im Stillstand und/oder in anderen vorgegebenen Betriebszuständen, beispielsweise bei geringen Geschwindigkeiten (z.B. kleiner 30km/h), bei Bremsvorgängen mit verhältnismäßig geringen Bremswünschen (z.B. bis zu 30% der maximalen Auslenkung des Bremspedals), bei geringer Änderungsraten des Bremswunsches (z.B. bis zu 30% einer maximal möglichen Änderungsrate), etc. dieses die beiden Druckregelkreise verbindende Ventil (Balanceventil) angesteuert. Auf diese Weise werden die beiden Druckregelkreise miteinander verbunden. Der Druck in beiden Radbremsen wird dann durch nur einen der Druckregler eingeregelt, während der andere je nach hydraulischer Ausführung deaktiviert bzw. wirkungslos oder auf „Druck halten“ eingestellt ist. Dadurch werden die Kompo-

ten des zweiten Druckreglers entlastet. Um eine gleichmäßige Belastung (Erwärmung und Ventilsitzverschleiß) zu erreichen, wird abwechselnd der eine und der andere Druckregler verwendet. Radindividuelle Funktionen wie beispielsweise ein Anti-blockierregler; etc., sind dann nicht durchzuführen. Bei deren Ansprechen wird das Balanceventil wieder geschlossen und beide Regler aktiviert. Diese Maßnahme kann je nach Ausführungsbeispiel einzeln oder in der Verbindung mit der oben genannten Stillstandsdruckbegrenzung eingesetzt werden.

Ein anderes vorteilhaftes Ausführungsbeispiel zur Belastungsreduzierung ist im Stillstand oder in entsprechenden oben genannten Betriebssituation (kleine Geschwindigkeit, kleiner Bremswunsch, kleine Änderungsrate) den Druckaufbaugradienten bzw. den Bremskraftaufbaugradienten generell zu begrenzen. Dadurch sind geringere Ströme für die Regelventile bzw. den elektromotorischen Steller nötig. Dies läßt sich in Verbindung mit wenigstens einem der oben genannten Maßnahmen oder alleine in alle den Betriebsphasen erreichen, in denen keine steilen Druckänderungen nötig sind, d. h. keine hohen Dynamikanforderungen gestellt werden. Neben dem Stillstand können dies Betriebsbereiche mit geringen Geschwindigkeiten, kleinen Bremswünschen und/oder kleinen Änderungsraten.

Eine weitere Maßnahme zur Belastungsreduzierung, die in Verbindung mit wenigstens einer der vorstehenden Maßnahmen oder alleine einsetzbar ist, besteht darin im Stillstand oder beispielsweise in einem der oben erwähnten Fahrbetriebssituation einzelne Räder völlig zu entbremsen, solange ihr Beitrag zur Fahrzeugabbremung von den anderen abgedeckt werden kann. Besonders geeignet hierzu sind sowohl einzelne als auch mehrere, vorzugsweise 2 Radbremsen, insbesondere der Hinterachse. So kann beispielsweise vorgesehen sein, dass die Hinterachsbremsen nur dann zugeschaltet werden,

wenn eine hohe Verzögerung vom Fahrer gewünscht wird (z.B. > 20% der maximalen Verzögerung).

5 Zusammenfassend ist festzustellen, dass gemäß der vorstehend dargestellten und nachfolgend detaillierter beschriebenen Vorgehensweise in wenigstens einem Betriebszustand die Belastung der Komponenten einer elektrisch gesteuerten Bremsanlage dadurch reduziert wird, das die Umsetzung der Sollgröße und/oder ihrer Änderung begrenzt ist.

10 In Figur 2 ist ein Flußdiagramm dargestellt, welche die Realisierung einer ersten Vorgehensweise zur Begrenzung des Stillstanddrucks bzw. der Stillstandbremskraft und/oder der Druck- bzw. Kraftänderung im Stillstand als Rechnerprogramm
15 darstellt.

Das skizzierte Programm wird in vorgegebenen Zeitintervallen nach Betätigen des Bremspedals bis zum Lösen des Bremspedals durch den Fahrer durchlaufen. Es stellt die Vorgehensweise
20 an einem ausgewählten Rad dar. Für die anderen Räder des Fahrzeugs sind entsprechende Programme vorgesehen bzw. das dargestellte Programm für jedes Rad durchlaufen.

25 Nach Start des Programms wird im ersten Schritt 150 der Solldruckwert PRADSOLLFW eingelesen, der aufgrund der Auslenkung des Bremspedals wie oben dargestellt für die betrachtete Radbremse ermittelt wurde. Darauf hin wird im Schritt 152 überprüft, ob das Fahrzeug steht. Dieser folgt beispielsweise auf der Basis wenigstens eines Radgeschwindigkeitsignals, aufgrund dessen Verhaltens der Stillstand
30 des Fahrzeugs ermittelt wird. Liegt keine Stillstandserkennung vor, so wird im Schritt 154 der Radbremsdruck PRAD auf der Basis des aus dem Fahrerbremswunsch abgeleiteten Bremsdrucksollwerts PRADSOLLFW eingestellt. Danach wird das

Programm beendet und zum nächsten Zeitinterval erneut durchlaufen.

5 Wurde im Schritt 152 erkannt, dass das Fahrzeug still steht,
so wird im darauffolgenden Schritt 156 überprüft, ob der aus
dem Fahrerbremswunsch abgeleitete Sollwert PRADSOLLFW größer
als ein vorgegebener Grenzwert PRADSOLLGRENZ ist, der den
Stillstandsgrenzdruck repräsentiert. Ist dies nicht der
Fall, wird der Bremsdruck im Rahmen der Druckregelung wie im
10 Normalbetrieb gemäß Schritt 154 eingeregelt. Ist der aus dem
Fahrerwunsch abgeleitete Sollwert größer als der Grenzwert,
so wird gemäß Schritt 158 der einzustellende Sollwert
PRADSOLL ausgehend von dem auf Basis des Fahrerwunsches ab-
geleiteten Sollwert PRADSOLLFW einer vorgegebenen Zeitfunk-
15 tion $\Delta 1(t)$ folgend auf den Grenzwert abgesenkt. Daraufhin
wird im Schritt 160 der Radbremsdruck PRAD am betrachteten
Rad auf der Basis des in Schritt 158 mit jedem Durchlauf-
zeitpunkt erniedrigten Sollwert PRADSOLL eingeregelt. Im
darauffolgenden Schritt 162 wird überprüft, ob das Fahrzeug
20 rollt. Ist dies nicht der Fall, wird das Programm beendet
und zum nächsten Zeitpunkt beginnend mit Schritt 150 erneut
durchlaufen. Hat Schritt 162 ergeben, dass das Fahrzeug
rollt, so wird gemäß Schritt 164 der Grenzwert PRADSOLLGRENZ
gemäß einer zweiten Zeitfunktion $\Delta 2(t)$ erhöht, wobei die Er-
25 höhung schneller ist als die Erniedrigung im Schritt 158. In
einer anderen Ausführung wird der Frequent auf die Fahrer-
vorgabe hochgesetzt. Ferner wird der Radbremsdruck PRAD auf
der Basis des auf diese Weise ermittelte neuen Grenzwertes
eingeregelt und der vom Fahrer abgeleitete Bremsdruckwert
30 PRADSOLLFW eingelesen. Daraufhin wird im vorgesehenen Zeit-
takt das Programm mit Schritt 156 wiederholt. Erfolgt also
durch den Fahrer ein Lösen des Bremspedals, d. h. ein be-
wusstes Losrollen des Fahrzeugs, so wird in diesem Fall
durch den abgesenkten Sollwert auf der Basis des Fahrerwun-
35 schwertes im Schritt 156 erkannt, dass dieser kleiner als

der Grenzwert ist. In diesem Fall wird dann nach Maßgabe des Schrittes 154 der Bremsdruck abgesenkt und das Fahrzeug rollt los.

5 In einem bevorzugtem Ausführungsbeispiel ist zusätzlich zur Druckbegrenzung vorgesehen, die zeitliche Änderung des Bremsdruckes zu begrenzen. Dies ist in Schritt 160 in Klammer sowie für den Fall der fahrerwunschabhängigen Regelung im Stillstand durch die gestrichelte Alternative (Schritt 10 166) dargestellt, wobei Schritt 166 für diesen Fall die Verzweigung zum Schritt 152 ersetzt. Die Änderungsbegrenzung wird dabei derart durchgeführt, dass entweder die zeitliche Änderung des Sollwertes oder das Ansteuersignal für den Bremsensteller einer Anstiegsbegrenzung unterzogen wird.

15 Die Änderungsbegrenzung in der geschilderten Art und Weise wird in einem Ausführungsbeispiel auch unabhängig von der Stillstandsbegrenzung im Stillstand oder auch in anderen Fahrsituationen wie oben geschildert ohne große Dynamikanforderungen eingesetzt.

20 Der Begrenzungswert des Sollwertes für die Raddruckregelung wird je nach Fahrzeug festgelegt. In einer ersten Ausführung ist sein Wert derart bemessen, dass er ein Fahrzeug mit zulässigem Gesamtgewicht an einem Steilhang vorgegebener Steigung zuverlässig hält. In anderen Ausführungsbeispielen ist der Grenzwert soweit abgesenkt, dass das Fahrzeug gerade nicht rollt. In diesem Fall wird die Funktion des Schrittes 164 bedeutsam, da hier bei Losrollen sofort eine Erhöhung des Grenzwertes und damit eine Erhöhung des Bremsdrucks erfolgt.

30 In entsprechender Weise wird die in Figur 2 geschilderte Vorgehensweise auch bei Bremskraftreglern bei elektrohydrau-

lischen, elektropneumatischen oder elektromotorischen Radbremsen eingesetzt.

Die Funktionsweise der Stillstandsdruckbegrenzung ist in Figur 3 anhand eines Zeitdiagramms verdeutlicht. Dabei zeigt Figur 3a den zeitlichen Verlauf der Fahrzeuggeschwindigkeit VFZ, Figur 3b den zeitlichen Verlauf des fahrerwunschabhängigen Solldruckes PRADSOLLFW und des Grenzdruckes PRADSOLLGRENZ, während in Figur 3c der zeitliche Verlauf des Rad-
drucks PRAD dargestellt ist. Die Darstellung geht von einer Betriebssituation aus, in der das Fahrzeug abgebremst wird. Der vom Fahrer abgeleitete Sollbremsdruck ist daher gemäß der Darstellung der Figur 3b über dem Grenzwert. Die Fahrzeuggeschwindigkeit sinkt ab. Zum Zeitpunkt t_0 (vergleiche Figur 3a) erreicht die Fahrzeuggeschwindigkeit den Wert 0, das Fahrzeug steht. Daher wird zum Zeitpunkt t_0 infolge des höheren Fahrerwunschwertes der Radbremsdruck wie in Figur 3c dargestellt bis zum Zeitpunkt t_1 auf den vom Begrenzungswert PRADSOLLGRENZ vorgegebenen Wert abgesenkt. Zum Zeitpunkt t_1 beginnt das Fahrzeug zu rollen (vergleiche Figur 3a). Dies äußert sich gemäß Figur 3b in einer Erhöhung des Grenzdruckes zum Zeitpunkt t_1 . Entsprechend wird der Radbremsdruck mit einem steileren Gradienten nachgeführt (vgl. Figur 3c), oder auf die Fahrervorgabe hochgesetzt, wobei der Druck erhöht wird. Die Druckverhältnisse bleiben gleich. Zum Zeitpunkt t_3 löst der Fahrer das Bremspedal, um anzufahren. Entsprechend sinkt der vom Fahrer abgeleitete Bremssolldruck unter den Grenzdruck. Dies führt zu einem Abbauen des Radbremsdruckes zum Zeitpunkt t_3 gemäß Figur 3c und einem Erhöhen der Fahrzeuggeschwindigkeit, wenn Hangabtriebskräfte wirken (sonst erst, wenn der Fahrer losfährt). In bevorzugten Ausführungsbeispiel wird gemäß Figur 3b der Radbremsdruckgrenzwert wieder aus dem ursprünglichen Wert abgesenkt. In anderen Ausführungsbeispielen kann er auf dem letzten Wert bleiben.

Die Begrenzung des Stillstandsdrucks wird im obigen Ausführungsbeispiel durch eine Begrenzung des Drucksollwerts realisiert. In anderen Ausführung wird die Begrenzung über eine
5 Begrenzung der Istbremsdruckwerts in entsprechender Weise erreicht.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel wird die bei einer elektrohydraulischen Bremsanlage in der Regel gegebene Möglichkeit der Verbindung zweier Druckregelkreise mittels eines elektrisch steuerbaren Ventils ausgenutzt. Das in Figur
10 4 dargestellte Programm wird mit Beginn des Bremsvorgangs bis zu seinem Ende in einem vorbestimmten Zeittakt durchlaufen. In einem ersten Abfrageschritt 200 wird überprüft, ob
15 ein Betriebszustand vorliegt, der die Öffnung der Verbindung zwischen zwei Druckregelkreisen und die Regelung beider Radbremsen mittels nur eines Druckreglers erlaubt. Dies ist dann der Fall, wenn der Stillstand des Fahrzeugs erkannt wurde, die Geschwindigkeit des Fahrzeugs klein ist (z. B.
20 kleiner als 30 km/h) oder der Fahrer nur eine geringe Fahrzeugverzögerung anfordert bzw. seine zeitliche Änderung klein ist. Voraussetzung dabei ist, das keine Funktion, die einen radindividuellen Bremseneingriff erfordert, aktiv ist. Sind diese Bedingungen nicht erfüllt, so wird der oben dargestellte Normalbetrieb (Schritt 202 durchgeführt) und dann
25 im Schritt 204 überprüft, ob der Bremsvorgang abgeschlossen ist. Dies ist dann der Fall, wenn kein Fahrerbremswunsch mehr vorliegt. Ist der Bremsvorgang beendet, so wird das Programm beendet und mit dem nächsten Bremsvorgang erneut
30 gestartet. Ist der Bremsvorgang nicht beendet, so wird das Programm mit Schritt 200 im nächsten Zeittakt erneut durchlaufen. Hat Schritt 200 ergeben, dass eine der genannten Betriebssituationen vorliegt, so wird im Schritt 206 das die beiden Druckregelkreise verbindende Ventil, das Balanceventil,
35 nicht mehr angesteuert. Das Ventil öffnet, so dass im

darauffolgenden Schritt 208 der eine Druckregler (Regler i) deaktiviert wird und gemäß Schritt 210 die Regelung beider Radbremsen über den verbleibenden Druckregler (Regler j) in der oben geschilderten Art und Weise durchgeführt wird. Im
5 darauf folgenden Schritt 212 wird überprüft, ob der Bremsvorgang beendet ist. Ist dies der Fall, so wird im Schritt 214 die Indexe i und j vertauscht, so dass beim nächsten Bremsvorgang die Regelung über den bisherigen deaktivierten Regler stattfindet, während der bisher aktivierte Regler deaktiviert ist. Ist der Bremsvorgang nicht beendet, so wird
10 mit vorgegebenen Zeittakt das Programm mit Schritt 200 weitergeführt. Die Deaktivierung eines Reglers wird z.B. dadurch realisiert, dass sein Sollwert auf den Wert Null gesetzt wird.

15 Unter Deaktivierung eines Reglers wird auch verstanden, dass der Regler in seinem Druckhaltezustand übergeht. Dies ist insbesondere in Ausführungen der Fall, in denen ein Auslassventil an der Radbremse vorgesehen ist, welches stromlos offen ist, d. h. zum Schliessen angesteuert werden muss.
20

Diese Vorgehensweise kann ergänzend zur vorstehend genannten oder alleine zur Belastungsreduzierung der Bremsanlagenkomponenten beitragen. Die konkrete Realisierung der Abwechslung der aktiven Regler kann auch nach Maßgabe von Betriebszeiten, etc. erfolgen.
25

Eine weitere Ausführungsform sieht vor, dass einzelne Radbremsen völlig entbremst werden, d. h. dort keinerlei Druck oder Bremskraft aufgebaut wird. In diesem Sinne ist die Umsetzung des Fahrerwunsches begrenzt. In Figur 5 ist ein Flussdiagramm dargestellt, welches die Grobstruktur eines Programms repräsentiert zur Ausführung der dargestellten Vorgehensweise ausführt. Auch dieses Programm wird bei Vorliegen
30 einer Bremspedalbetätigung durch den Fahrer im vorgegebenen
35

Zeittakt durchlaufen. In einem ersten Schritt 300 wird überprüft, ob eine Betriebssituation vorliegt, die ein Entbremsen einzelner Räder erlaubt. Dies ist beispielsweise eine Stillstandssituation oder eine Bremssituation bei geringer Geschwindigkeit oder mit geringem Bremswunsch. Ist dies nicht der Fall, werden gemäß Schritt 302 alle Räder durch die entsprechenden Regler im Rahmen der Normalbremsung durchgeführt. Ist eine derartige Betriebssituation jedoch eingetreten, so wird gemäß Schritt 304 wenigstens ein, vorzugsweise zwei Druckregler deaktiviert, d. h. die Sollwerte auf den Wert 0 gelegt. Dies kann beispielsweise ein einzelnes Rad oder Räder einer Achse, vorzugsweise der Hinterachse sein. Die Einregelung des fahrerabhängigen Sollwertes, der gegebenenfalls gemäß der Vorgehensweise nach Figur 2 begrenzt ist, erfolgt gemäß Schritt 306 über die Regler der anderen Räder. Das danach beendete Programm wird mit vorgegebenen Zeittakt während des Bremsvorgangs erneut durchlaufen.

Anstelle des Fahrers wird ein Bremswunsch in einem Ausführungsbeispiel auch von wenigstens einem anderen Steuersystem, z. B. einem adaptiven Fahrgeschwindigkeitsregler (ACC), vorgegeben.

21.08.00 Bee/Ju

5 ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Ansprüche

10

1. Verfahren zur Steuerung einer Radbremse, wobei der Radbremse eine elektrisch betätigbare Stelleinrichtung zugeordnet ist, die über ein Ansteuersignal in Abhängigkeit eines Sollwertes zum Erzeugen von Bremskraft angesteuert wird, wobei ausgehend von der Bremspedalbetätigung oder von anderen Steuersystemen ein Bremswunsch ermittelt wird, der in seiner Größe und/oder seiner Änderung in eine Betätigung der Stelleinrichtung umgesetzt wird, dadurch gekennzeichnet, dass in wenigstens einer vorgegebenen Betriebssituation die Umsetzung der Größe des Bremswunsches und/oder seiner Änderung in eine Betätigung der Stelleinrichtung begrenzt ist.

20

2. Verfahren nach Einspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die vorgegebene Betriebssituation der Stillstand des Fahrzeugs ist.

25

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Stillstand des Fahrzeugs der Bremsdruck oder die Bremskraft auf einen vorgegebenen Wert begrenzt wird.

30

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Stillstand des Fahrzeugs eine die Bremskraft repräsentierende Größe auf einen Grenzwert

reduziert wird, wenn außerhalb des Stillstandes ein größerer Wert für die Bremskraft vorgegeben wird.

5 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass, wenn ein Losrollen des Fahrzeugs im Stillstand erkannt wird, eine Erhöhung des Grenzwertes erfolgt.

10 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Aufbaugradient des Bremsdrucks und/oder der Bremskraft in den wenigstens einen Betriebszustand begrenzt ist.

15 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Ventil vorgesehen ist, welches zwei Druckregelkreise verbindet, wobei in wenigstens einer vorgegebenen Betriebssituation das Ventil zur Verbindung der Druckregelkreise angesteuert wird und die Regelung des Drucks nur mittels eines Druckregelkreises erfolgt, während der andere Druckregler deaktiviert ist oder in seinem Druckhaltemodus überführt wird.

20 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Begrenzung darin besteht, dass wenigstens eine Radbremse nicht gebremst wird.

25 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Betriebszustand der Stillstand des Fahrzeugs oder eine Betriebssituation ist, in der das Fahrzeug eine geringe Geschwindigkeit aufweist, der Fahrer nur einen geringen Bremswunsch vorgibt oder eine geringe Bremswunschwänderung vorgibt.

30 10. Vorrichtung zur Steuerung einer Bremse, mit einer Steuereinheit, welche wenigstens eine der Radbremse zugeordnete,

35

elektrisch betätigter Stelleinrichtung ansteuert, wobei die
Steuereinheit die Ansteuerung in Abhängigkeit eines wenig-
stens von der Bremspedalbetätigung oder einem anderen Steu-
ersystem abgeleiteten Bremswunsch vornimmt und diesen in
5 seiner Größe und/oder seiner Änderung in eine Ansteuergröße
umsetzt, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit in
wenigstens einer vorgegebenen Betriebssituation die Ansteue-
rung der Stelleinrichtung begrenzt, wobei die Umsetzung des
Bremswunsches in seiner Größe und/oder der Änderungsdynamik
10 begrenzt ist.

11.09.00 Bee/Ju

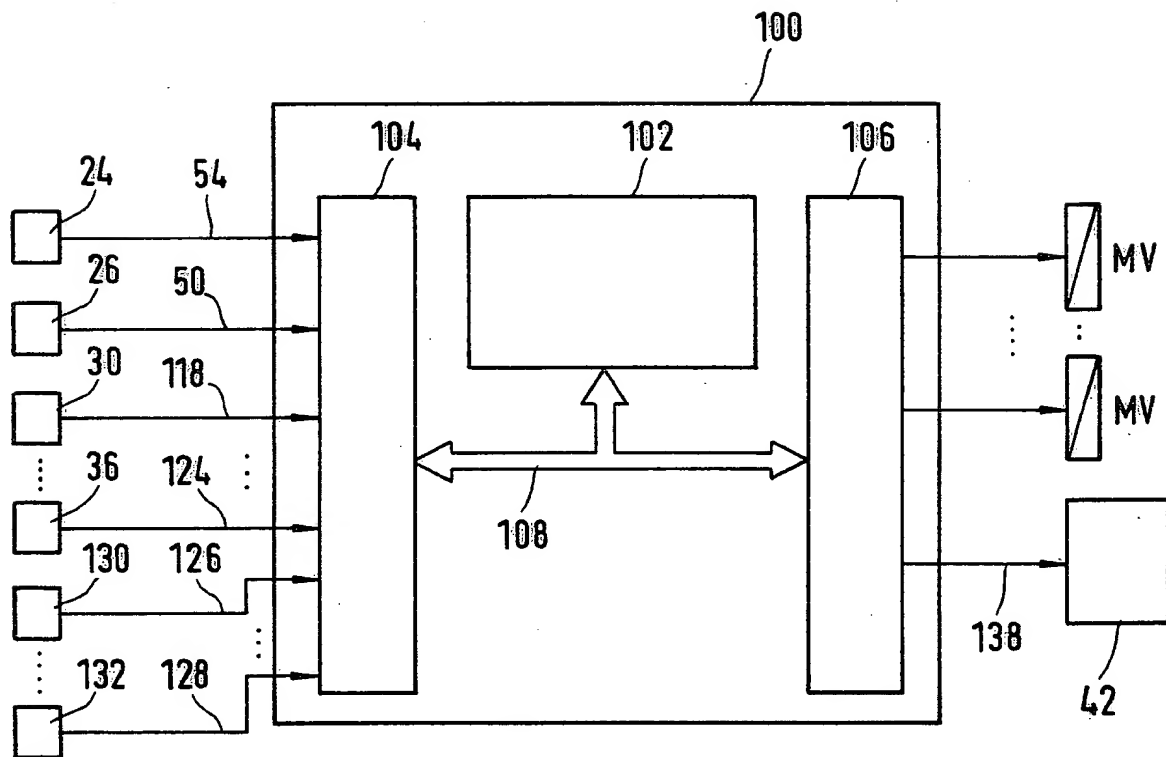
5 ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10 Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung einer Radbremse ei-
nes Fahrzeugs

Zusammenfassung

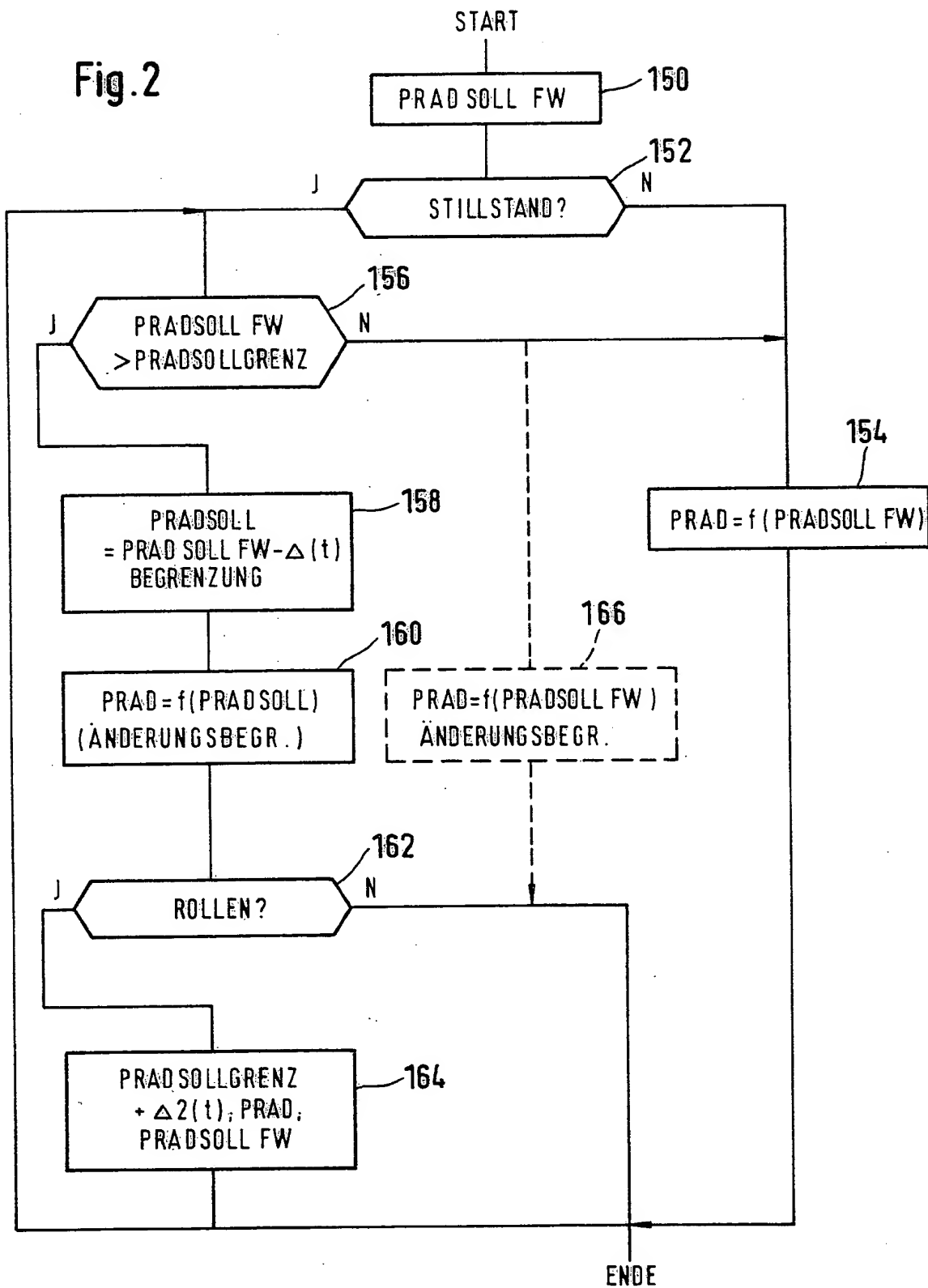
15 Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung
einer Radbremse eines Fahrzeugs vorgeschlagen. Dabei wird in
wenigstens einer vorgegebenen Betriebssituation, insbesonde-
re im Stillstand, die aufgebaute Bremskraft bzw. der aufge-
baute Bremsdruck und/oder die Änderungsdynamik begrenzt.
Ferner ist vorgesehen, zwei Druckregelkreise derart zu ver-
20 binden, dass die Druckregelung an den beiden zugeordneten
Radbremsen durch einen Druckregelkreis erfolgt. Ferner wird
in der wenigstens einer vorgegebenen Betriebssituation we-
nigstens eine Radbremse völlig entbremst.

Fig.1



2 / 5

Fig.2



3/5

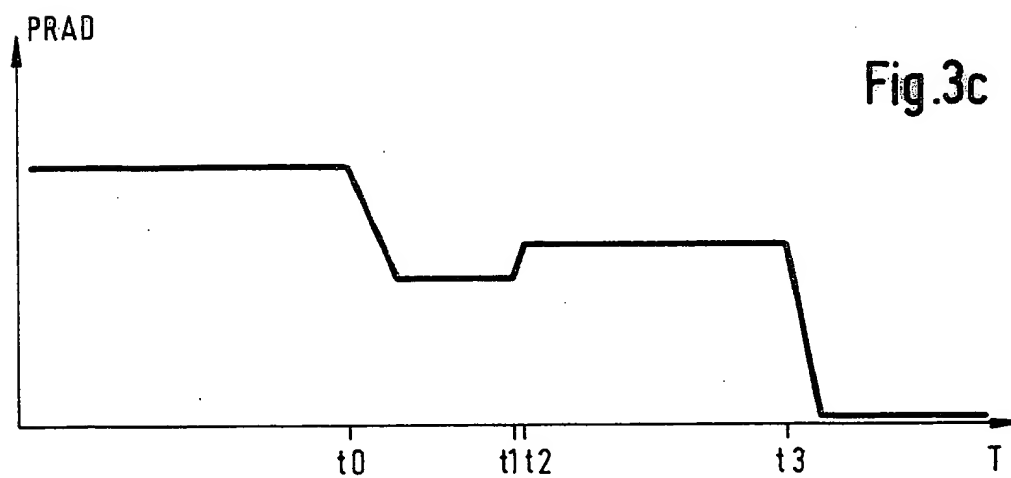
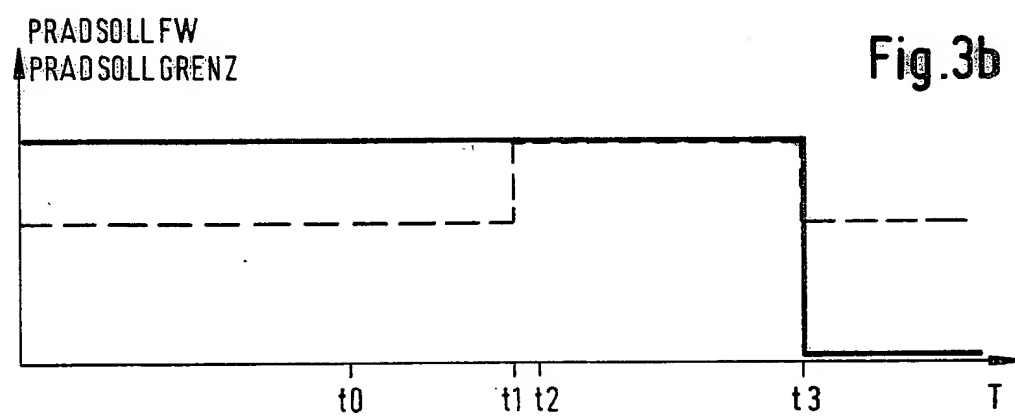
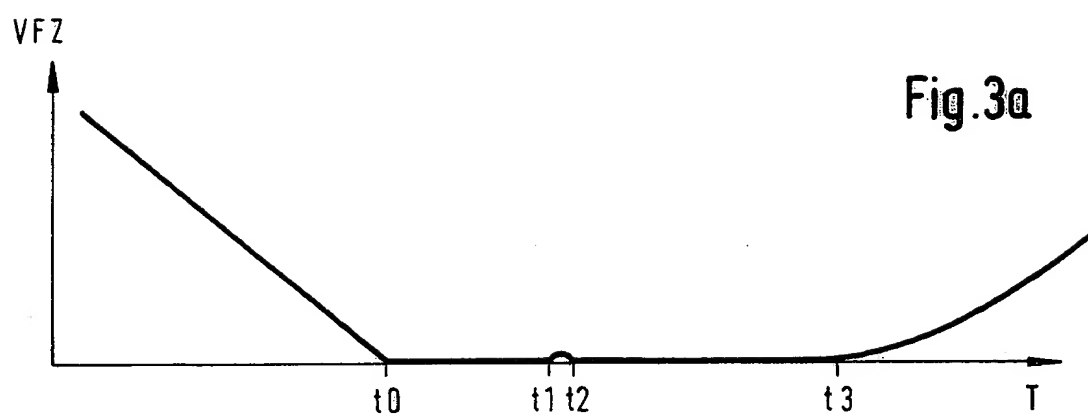


Fig.4

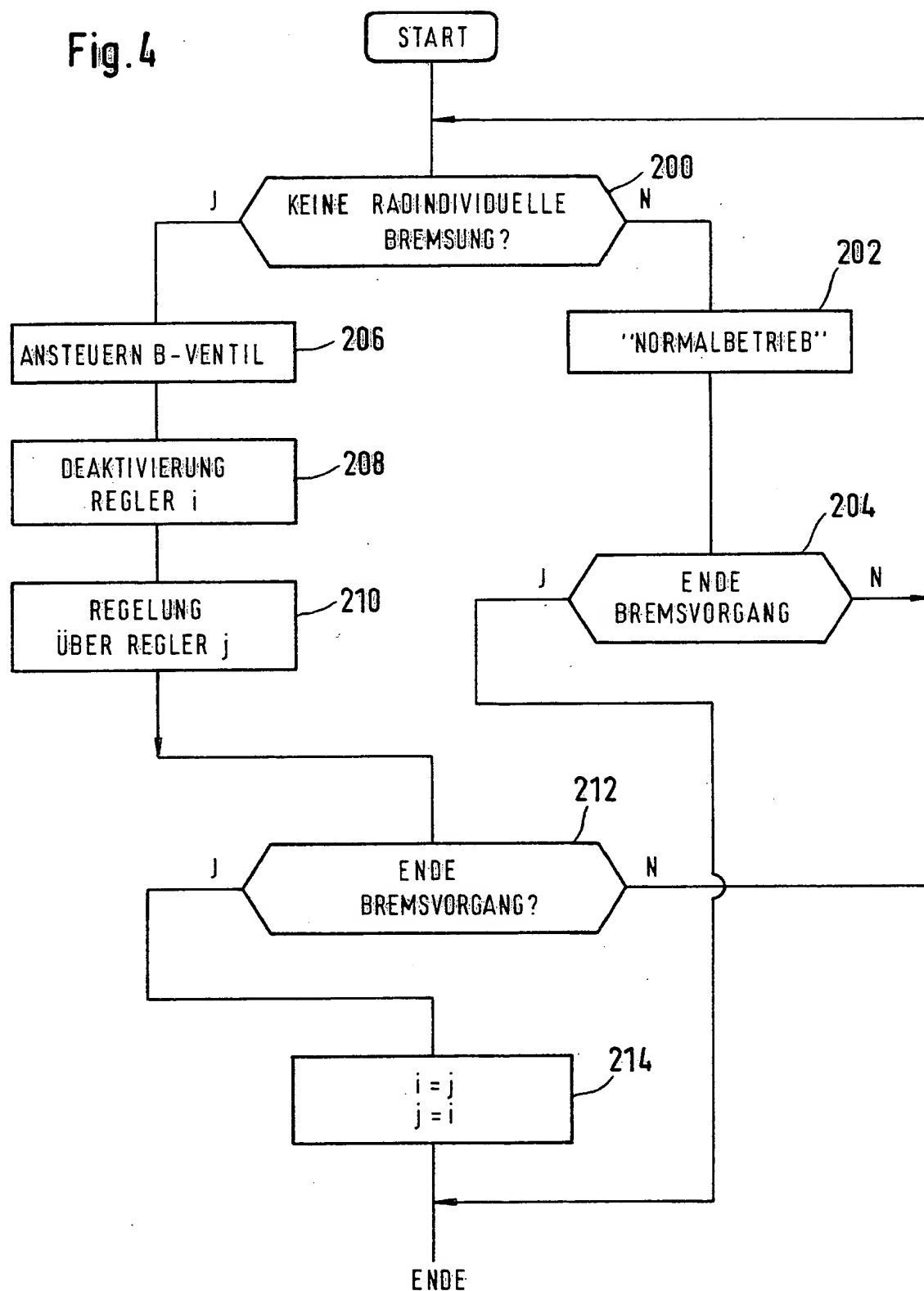


Fig.5

